

Descrição Técnica da Central Tejo

Parte 4 – Os Alternadores e a Distribuição

16. O alternador e a distribuição da energia

Introdução

Conforme já referido, os dois turboalternadores existentes na Central vieram substituir dois outros do mesmo fabricante AEG que estavam ao serviço desde 1921, tinham a potência unitária de 8 MW e trabalhavam à frequência de 42 cps.

A substituição esteve relacionada com a necessidade de elevar a frequência na rede para 50 cps.

O novo grupo nº 2 entrou na rede em Novembro de 1935 e o nº 3 em Julho de 1936.

Foram projectados para trabalhar com vapor sobreaquecido de alta pressão, 38 kg/cm² e 450°C. Inicialmente, devido à existência de caldeiras e turbinas de baixa pressão tiveram de funcionar com vapor de baixa pressão: 14 kg/cm² e 350°C.

Nesta última condição rodavam a 2640 rpm (44 cps) e desenvolviam a potência unitária de 13.5 MW.

Em 1943/44, após a montagem duma estação redutora (lira) para alimentar as turbinas de baixa pressão, os dois grupos passaram a trabalhar com vapor de alta pressão e a rodar a 3000 rpm (50 cps). Nas novas condições, a potência unitária passou a ser de 17 MW.

Em ambas as situações, a tensão à saída dos bornes dos alternadores era de 10.5 kV.

16.1 Alternador



O alternador de fabrico AEG bobinado em estrela, produzia corrente trifásica que debitava para a Rede à tensão de 10.5 kV, frequência de 50 ciclos por segundo (cps).

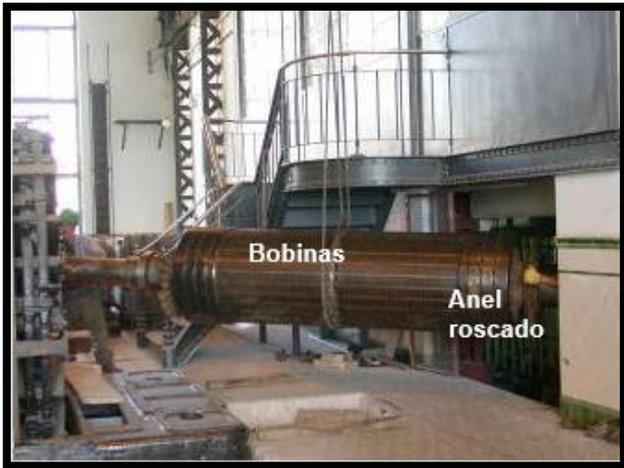
O alternador é composto pelo rotor ou indutor e pelo estator ou induzido.

16.1.1 O rotor

É fabricado em aço forjado com diversas cavas na sua periferia para encaixe das bobinas de excitação, as quais eram alimentadas com corrente contínua fornecida por um dínamo denominado de excitatriz. A corrente era distribuída às bobinas através de cabos ligados a escovas de carvão que deslizavam em dois anéis montados nas extremidades do rotor.

O rotor é constituído por um único par de pólos.

Rotor



Devido à elevada força centrífuga desenvolvida pelo rotor ao girar a 3000 rpm, as bobinas são presas nas cavas com cunhas metálicas e as ligações nas suas extremidades foram fortemente apertadas com anéis roscados em aço.

As bobinas do rotor ao serem excitadas reforçavam o campo magnético que ia atravessar as bobinas do estator.

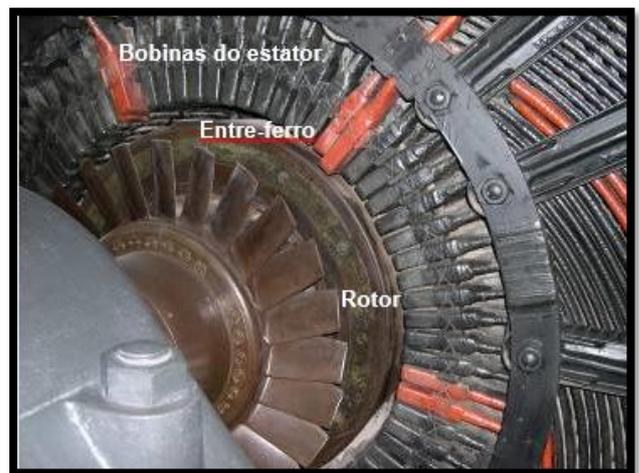
16.1.2 O estator

É composto por um elevado número de chapas em aço estampado, isoladas e apertadas fortemente entre si, onde são abertas cavas para inserção das bobinas.

O rotor ao girar ia induzir forças electromotrizes nas bobinas do estator.

Aquelas forças actuando nas bobinas ligadas em série que compõem o enrolamento do estator, iam-se somando até atingir uma tensão elevada, neste caso os 10.5 kV.

Escovas e anéis



Enrolamento do estator

Devido aos elevados esforços electromecânicos desenvolvidos entre as bobinas do enrolamento provocados pelo fluxo da corrente, era necessário fixar as suas extremidades (cabeças) recorrendo a anéis de fixação e a tensores.



Fixação das cabeças das bobinas

16.1.3 Características do alternador

Em condições normais de exploração, as características eléctricas eram:

- Potência nominal ----- 17 MW
- Número de rotações por minuto ---- 3000
- Rendimento do alternador -----96.5%

As características mecânicas são:

- Diâmetro do rotor em mm ----- 800
- Comprimento do rotor em mm ---- 2100
- Peso do rotor em tons. ----- 10.8
- Peso do estator em tons. ----- 38
- Peso total do alternador em tons. ----51.7

A aparelhagem de medida de cada alternador era composta por:

- Dois Wattímetros;
- Um Amperímetro;
- Um Voltímetro;
- Um Fasímetro.

A aparelhagem de protecção compreendia:

- Um relays anti-retorno de energia.

Abria o disjuntor do grupo em caso de retorno de energia da rede para o alternador.

- Um relays de protecção diferencial.

Abria o disjuntor do grupo, cortava a excitação do alternador e provocava uma descarga rápida de CO₂ no interior das condutas de ventilação, prevenindo uma situação de incêndio.

16.2 Excitatriz

A corrente de excitação era fornecida por um gerador de corrente contínua (dínamo) acoplado directamente ao veio da turbina e denominado de Excitatriz.

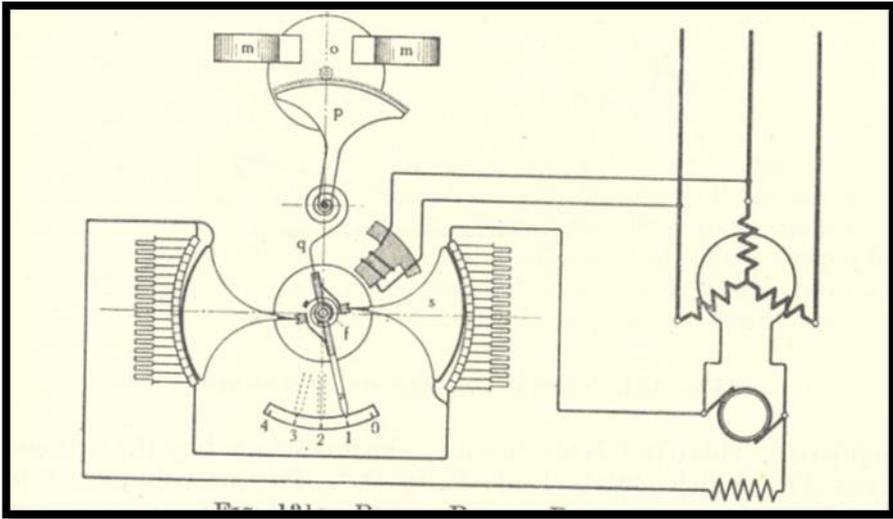
À plena carga, a tensão de excitação era de 170 Volts CC, com uma intensidade de 340 Amp.



Excitatriz

A tensão nos bornes do alternador variava com a carga solicitada pela rede. Para a regular era necessário variar a corrente de excitação, pelo que se tinha de recorrer a um mecanismo de regulação em automático.

Nestes alternadores a regulação era feita através dum regulador Brown-Bovery, cujo princípio de funcionamento é o seguinte:



Se a tensão estivesse no seu valor normal – valor de ajuste do binário mecânico correspondente ao binário eléctrico – o tambor (f) mantinha-se na posição (1).

Se a tensão no alternador subisse por solicitação da rede, o binário eléctrico aumentava e o tambor rodava para a posição (3). Este efeito ia aumentar a resistência no circuito de excitação, reduzindo o campo magnético e consequentemente a tensão à saída dos bornes do alternador.

Entretanto, a mola de chamada (q) que tinha sido solicitada a aumentar a sua tensão quando a tensão subia, logo que esta normalizava, ia obrigar o tambor a retornar à posição (2) de equilíbrio.

O sistema de amortecimento (m) e (o) atenuava as oscilações do sistema aquando de variações bruscas das condições de funcionamento.

16.2.1 Características da excitatriz

Em condições normais de exploração, as principais características das excitatrizes eram:

- Potência máxima da excitatriz em kW - 100
- Tensão máxima da excitatriz em V --- 220

As características mecânicas são:

- Peso da excitatriz em tons. ----- 2.5

16.3 Barramentos de saída do Alternador

À saída dos bornes dos alternadores e após sincronização, a tensão ia alimentar o barramento de 10 kV instalado na subestação. A partir deste barramento a distribuição da energia era feita de acordo com a descrição feita no Capítulo 16.

Mostramos a seguir fotografias dos barramentos, dum transformador e dum disjuntor.



Barramento de saída do alternador



Subestação-Barramento de 10 kV



Transformador e Disjuntor

16.4 Refrigeração do alternador

Devido às elevadas temperaturas criadas no interior do estator e do rotor, os seus enrolamentos tinham de ser refrigerados. A refrigeração era feita em circuito fechado, por intermédio de ar atmosférico circulando por quatro refrigeradores horizontais constituídos por tubos alhetados, no interior dos quais circulava água do Tejo comprimida pela bomba de refrigeração do condensador.

Ventiladores montados nas extremidades do rotor do alternador mantinham uma circulação de ar refrigerado tanto no interior das bobinas do rotor como do estator. O caudal de ar em circulação era da ordem dos 19 m³/seg.



Bomba de refrigeração



Refrigeradores do ar



Ventilador

16.5 Instalação de extinção de incêndios nos Alternadores

Ao longo de vários anos deram-se nesta Central algumas situações de incêndio nos alternadores, que foram remediadas com as soluções possíveis para a época. Uma situação de bastante gravidade ocorrida em 16 de Novembro de 1930 na conduta de ar de ventilação do alternador nº 5, conduziu à instalação de um sistema de extinção de incêndios nos alternadores. Foi provocada pela humidade libertada pelos filtros humedecidos do ar de ventilação do alternador. A humidade no estado de saturação, ao passar pelos barramentos de saída do alternador, originou a formação de arcos eléctricos.

Os arcos eléctricos provocaram fortes curto-circuitos entre fases, dando origem a um incêndio na conduta do ar.

Foi decidido nessa altura instalar um sistema automático de extinção de incêndios naquele alternador. Em 1940 o sistema tornou-se extensivo aos restantes geradores.

Como agente extintor, o sistema instalado compreendia cinco garrafas de anidrido carbónico CO₂, com o peso de 30 kg de gás por unidade (1), apoiadas no prato duma balança de 0-150 kg (2), que permitia avaliar em contínuo a carga disponível do gás na instalação.



Instalação de extinção de incêndios

16.5.1 Modo de funcionamento:

Em caso de desequilíbrio de fases no alternador, um relé de “Protecção Diferencial” actuava, energizando a 110 V CC, a bobina dum electroímã (3) que iria provocar a abertura das válvulas de isolamento das garrafas (4). Em simultâneo, o mesmo relé enviava uma ordem eléctrica a uma das electro-válvulas distribuidoras (5) do CO₂ que ao abrir, dava passagem ao gás para a conduta do ar de ventilação do correspondente alternador em risco.

Em caso de emergência, o sistema podia ser actuado manualmente, manobrando o manípulo (6), o qual ao libertar o peso (7), permitia através de um sistema de alavancas abrir as válvulas de isolamento das garrafas do CO₂. Actuando manualmente nos manípulos (8) abria-se a válvula de gás correspondente ao alternador em risco.

Além dos equipamentos acima descritos podemos ainda considerar os seguintes:

9. Caixas de derivação;
10. Apoio do peso;
11. Caixa dos drenos da tubagem do gás;
12. Válvula de segurança;

13. Quadro das ferramentas;
14. Tubagem de saída do CO₂;
15. Tubagem de distribuição do CO₂;
16. Saída de CO₂ para mangueira volante no piso superior;
17. Saída de CO₂ para protecção de quadro de alta tensão.

17. A distribuição da energia

Os grupos turboalternadores produziam energia eléctrica de alta tensão para distribuição aos consumidores e para o funcionamento dos auxiliares eléctricos da própria Central.

Os dois grupos ainda existentes na Central forneciam energia directamente a um barramento de 10 kV, a partir do qual eram alimentados dois outros barramentos: um a 3.3 e o outro a 30 kV.

O de 3.3 kV era posto em tensão a partir de quatro transformadores: dois de 2500 kVA instalados em 1917 e os outros dois de 6000 kVA entrados ao serviço em 1925/29. Este barramento além de fornecer energia à Rede alimentava os auxiliares da Central: directamente, os de média tensão – 3.3 kV – e através de transformadores de 3.3/190 V os de baixa tensão.

O de 30 kV era alimentado por três transformadores de 20000 kVA montados em 1948, 1949 e 1951.

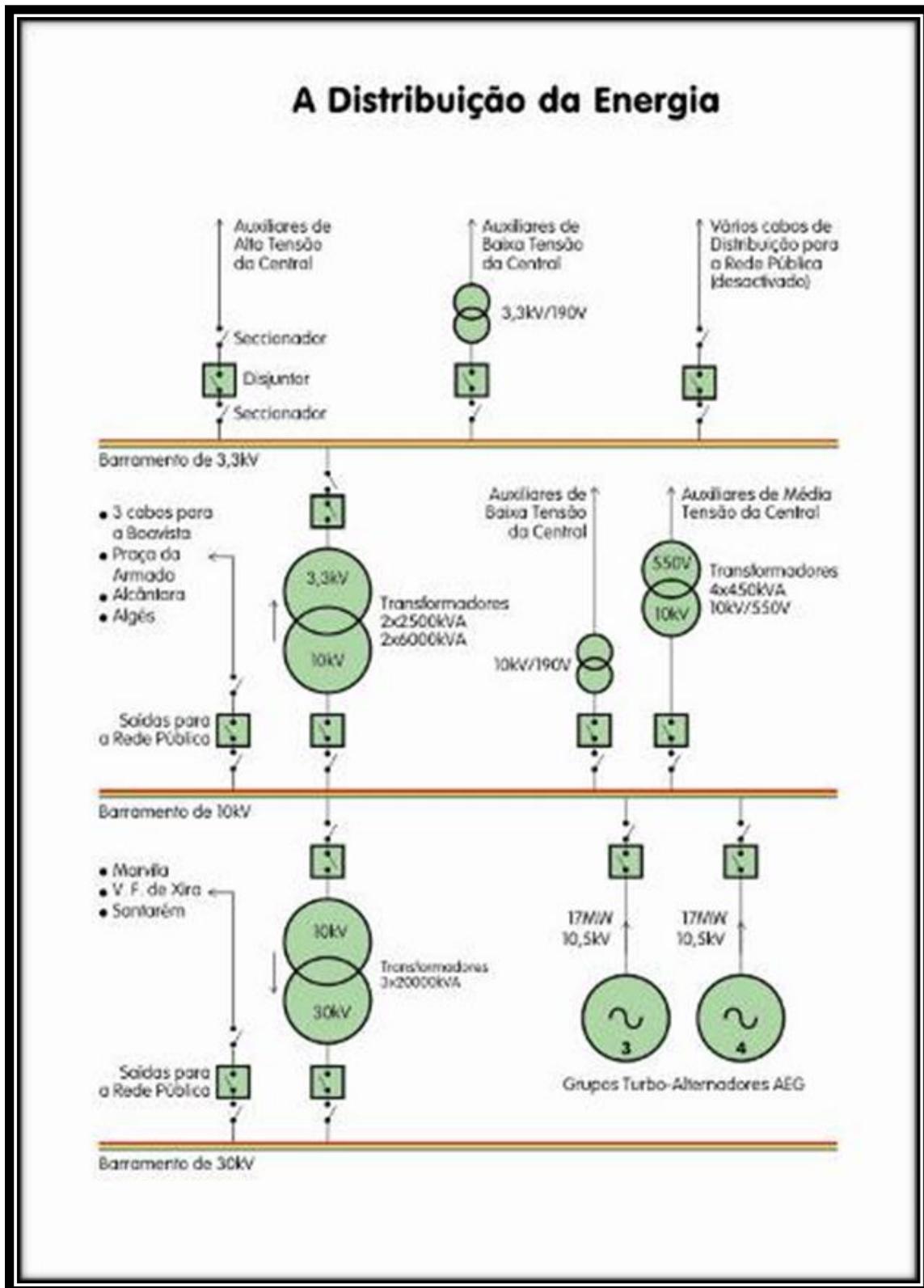
O barramento de 10 kV também alimentava quatro transformadores de 450 kVA com a relação de transformação de 10 kV/550 V, ligados a quadros eléctricos que forneciam energia aos serviços auxiliares das caldeiras de AP da Central.

Daquele barramento partiam ainda seis cabos que se dirigiam: três deles à subestação da Boavista, um à subestação da Praça da Armada, outro a Alcântara e o último a Algés.

Do barramento de 30 kV saíam dois cabos: um para Marvila, seguindo dali para Vila Franca de Xira; o outro directamente a Santarém.

Com a entrada ao serviço dos barramentos de 10 e 30 kV, as saídas do barramento de 3.3 kV para a Rede foram passando numa forma escalonada para os novos barramentos, ficando aquele a

fornecer apenas alguns auxiliares da Central até à sua desactivação total.





Antigo posto de transformação 30/10 KV



Posto de transformação 60/10 KV até 2006

O posto de transformação de 30/10 kV foi desmontado em 1966 e substituído pelo actual Centro de Recepção 60/10 kV equipado com dois transformadores de 20000 kVA.



Transformadores actuais

18. Ligação do Alternador à Rede

Para terminar a sequência de operações que temos vindo a descrever desde a chegada do carvão ao cais até à saída de energia eléctrica para os consumidores, vamos falar sobre a última operação, a ligação à rede.

Conforme referido no parágrafo 15.4.3, ao atingir as 3000 rpm o turbo grupo ficava pronto para entrar em paralelo.

No caso de já haver outro grupo a alimentar o barramento de 10 kV, era necessário fazer o sincronismo com a rede através do sincronoscópio.

Para isso, jogando com a corrente de excitação fornecida ao rotor pela excitatriz, igualavam-se as tensões no alternador e no barramento e no momento em que elas estivessem em fase, o que era indicado pelo sincronoscópio, fechava-se o disjuntor do alternador sobre o barramento.

A partir deste momento, subia-se rapidamente a carga do grupo até cerca de 4-5 MW – carga a que o sistema automático de regulação passava a controlar o grupo – e se a rede de distribuição o exigisse, elevava-se a carga até ao seu valor máximo de 17 MW, respeitando a subida de pressão e temperatura do vapor, controlando ao mesmo tempo as dilatações diferenciais.

A partir da meia carga fechavam-se todas as válvulas de purga, by-passes a purgadores, escapes de ar, etc.